

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-068573

(43)Date of publication of application : 03.03.2000

(51)Int.Cl.

H01S 3/092

H01S 3/131

H02M 7/48

H02M 9/00

(21)Application number : 10-231506

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 18.08.1998

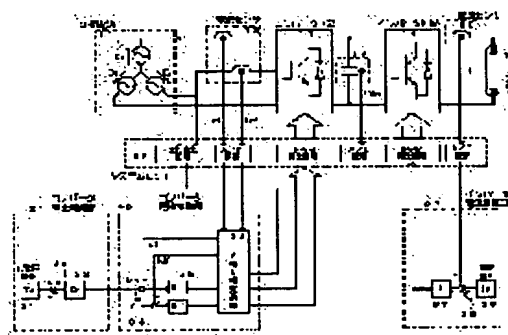
(72)Inventor : ARAKAWA YUICHI

## (54) LASER POWER UNIT

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a laser power unit which can always maintain its output at a high level while the power unit outputs laser light, does not require any large-capacitance capacitor, and has a simplified circuit configuration.

**SOLUTION:** A converter voltage control section 21 generates a current command  $I_{qc}$  by multiplying the difference between a DC voltage command  $V_c$  and the DC voltage value  $V_{dc}$  of a capacitor 17 by a coefficient  $K_v$ . A converter current control section 22 fetches three-phase AC values  $I_{rf}$  and  $I_{sf}$  by means of a current sensor 12, converts the fetched AC values  $I_{rf}$  and  $I_{sf}$  into two-phase DC values  $I_{qf}$  and  $I_{df}$  by means of a three-phase/two-phase converting section 36, and generates a three-phase PWM command to drive a converter circuit 13 by multiplying the differences between the current command  $I_{qc}$  and two-phase DC value  $I_{df}$  and between a '0' command and the two-phase DC value  $I_{df}$  by a coefficient  $K_i$  by means of the converting section 36. An inverter current control section 23 generates a PWN command to drive an inverter circuit 14 by multiplying the difference between the DC current value  $I_f$  obtained by means of a current sensor 15 and the DC value  $I_f$  obtained by means of the current sensor 15 by a coefficient  $K$ .



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 18.08.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 15.01.2002

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The laser power unit characterized by to provide the converter section controlled so that the direct-current-voltage value of said dc output is in agreement with a direct-current-voltage command with this switching while switching a three-phase-circuit AC-power-supply input and obtaining a dc output, the capacitor section charged with the direct current voltage obtained by said converter section, and the inverter section which carries out switching control so that a load current value may be in agreement with a current command in response to the charge power of said capacitor section, and supply to a load.

[Claim 2] The laser power unit characterized by to provide the converter circuit which switches a three-phase-circuit AC-power-supply input, and obtains a dc output, the capacitor which are charged with the output of said converter circuit, the inverter circuit which switch the charge power of said capacitor and supply to a load, the converter control means which control said converter circuit so that the direct-current-voltage value of said dc output is in agreement with a direct-current-voltage command, and the inverter control means which control said inverter circuit so that a load current value is in agreement with a current command.

[Claim 3] It has a converter armature-voltage control means for said converter control means to multiply the difference of the direct-current-voltage command  $V_c$  and the electrical-potential-difference value  $V_{dc}$  of a capacitor by the multiplier  $K$ , and to obtain the current command  $I_{qc}$ , and a three-phase-circuit 2 phase-number-conversion means. With this three-phase-circuit 2 phase-number-conversion means While having incorporated the three-phase-circuit alternating current values  $I_{rf}$  and  $I_{sf}$  of three-phase power, respectively and changing into 2 phase direct-current values  $I_{qf}$  and  $I_{df}$  It multiplies by the multiplier  $K_{i35}$  to the difference of the current command  $I_{qc}$  and 2 phase direct-current value  $I_{qf}$ , and the command of magnitude 0 and the difference of 2 phase direct-current value  $I_{df}$ , respectively. The laser power unit according to claim 2 characterized by including the converter current control means which changes into the pulse-width-modulation command of a three-phase-circuit alternating current with said three-phase-circuit 2 phase-number-conversion means, and drives the converter circuit 13.

[Claim 4] Said inverter control means is a laser power unit according to claim 2 or 3 characterized by including the inverter current control means which multiplies the difference of the current command  $I_c$  and the direct-current value  $I_f$  by the multiplier  $K_{37}$ , and drives an inverter circuit 14 as a pulse-width-modulation command.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the suitable laser power unit for actuation of the excitation light source for starting the power source for laser equipments, especially exciting a laser medium, and producing laser oscillation.

[0002]

[Description of the Prior Art] In the laser equipment used for a laser beam machine etc., irradiate light energy by the excitation light source, i.e., an excitation lamp, excite a laser medium, the laser oscillator (optical resonator) containing this laser medium is made to produce laser oscillation, and laser is generated.

[0003] In this kind of laser equipment, a laser power unit supplies actuation power to an excitation lamp. The conventional laser power unit has the converter circuit which carries out pressure up of the rectifier circuit and this direct current voltage which change the source-power-supply input of an alternating current into a direct current to high tension. This laser power unit is switched with an inverter from the capacitor charged with the output of this converter circuit, supplies power to an excitation lamp, and makes this excitation lamp emit light.

[0004] The example of the laser power unit mentioned above is shown in JP,4-208583,A, JP,6-53579,A, JP,8-153921,A, etc. In the laser power unit indicated by each [ these ] official report, each changes the source-power-supply input of an alternating current into a direct current in a rectifier circuit, this direct current voltage is switched by a converter etc., high tension is charged, a capacitor is switched with an inverter from a capacitor, and power is supplied to the load.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] The important section of an example of laser equipment including the typical configuration of the conventional laser power unit mentioned above is shown in drawing 3. The laser power unit shown in drawing 3 is for making the excitation lamp 58 which is a controlled system emit light using the power of the three-phase power 51 which is a source power supply.

[0006] A laser power unit consists of the rectifier circuit 52 by which analog processing is carried out, the converter circuit 53, an inverter circuit 54, a current sensor 55, a system LSI (large-scale integrated circuit) 56 and a capacitor 57, and the converter armature-voltage control section 61 and the inverter current control section 62 by which digital processing is carried out.

[0007] The system LSI 56 has the interface function of the analog processing part which consists of the converter circuit 53, an inverter circuit 54, a current sensor 55, and a capacitor 57, and the digital processing part which consists of the converter armature-voltage control section 61 and an inverter current control section 62. That is, the system LSI has 2 sets of PWM (pulse width modulation) generating circuits, and an A/D (analog digital) converter.

[0008] One PWM generating circuit generates the PWM command which drives the converter circuit 53 based on the control output of the converter armature-voltage control section 61. One A/D-conversion section changes into digital value DC electrical-potential-difference value  $V_{dc}$  which is the terminal potential difference of a capacitor 57, and supplies it to the converter armature-voltage control section 61. The PWM generating circuit of another side generates the PWM command which drives an inverter circuit 54 based on the control output of the inverter current control section 62. The A/D-conversion section of another side changes into digital value the load current value  $I_f$  detected by the current sensor 55, and supplies it to the inverter current control section 62.

[0009] With a subtractor 72, the converter armature-voltage control section 61 takes the difference of DC electrical-potential-difference command  $V_{c71}$  of default value, and DC electrical-potential-difference value

Vdc of a capacitor 57, multiplies by the multiplier K73, changes it into an PWM command, and drives the converter circuit 53.

[0010] The inverter current control section 62 incorporates the direct-current load current value If using a current sensor 55, a subtractor 75 outputs the difference of the current command Ic76 of default value, and a direct-current load current value, and multiplies by the multiplier K74, and drives an inverter circuit 54 as an PWM command.

[0011] An excitation lamp 58 is made to emit light with the output of the inverter circuit 54 controlled so that the current command Ic76 was in agreement.

[0012] The wave of DC electrical-potential-difference value A at the time of making laser output to drawing 4 using the laser power unit of the configuration of drawing 2, the detection value B of a laser output, and the command value C of a laser output is shown.

[0013] If a laser pulse output is started, since a capacitor will only discharge and will not be charged, DC electrical-potential-difference value A falls greatly, so that it becomes in the second half of a laser pulse. The output of a laser pulse will also be reduced in connection with this. Moreover, since sag is large, the charging time after a pulse output halt becomes large, and it takes time amount till the next output.

[0014] Thus, it discharges in an instant, the electrical energy which charged the capacitor is supplied to the excitation lamp for laser excitation, and this excitation lamp is made to turn on in the conventional laser power unit. While not performing a laser output, i.e., discharge, pressure up is carried out to a desired charge electrical potential difference, and a capacitor is charged. For this reason, if the capacity of a capacitor is small, sag happens during a laser output, and sufficient laser output may be unable to be obtained. Although what is necessary is just to enlarge capacity of a capacitor in order to obtain a bigger laser output, the time amount of charge is also needed, so that it becomes large capacity, and the time amount to the next operation becomes long. Moreover, the volume of a mass capacitor is also large and the miniaturization of the whole equipment cannot be performed.

[0015] Moreover, one several times the direct current voltage of this is required for luminescence of an excitation lamp to a source-power-supply electrical potential difference. For this reason, the rectifier circuit which changes the source power supply of an alternating current into a direct current, and the booster circuit which carries out pressure up of the electrical potential difference to high tension are included in the conventional laser power unit. Simplification of circuitry is desired in order to attain reduction of the cost of product, and the miniaturization of equipment.

[0016] This invention aims at offering the laser power unit which was made in view of the situation mentioned above, makes it possible to always in a laser output maintain high power, makes a mass capacitor unnecessary, and moreover also enables simplification of circuitry.

[0017]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned object, the laser power unit concerning the 1st viewpoint of this invention The converter section controlled so that the direct-current-voltage value of said dc output is in agreement with a direct-current-voltage command with this switching while switching a three-phase-circuit AC-power-supply input and obtaining a dc output, The capacitor section charged with the direct current voltage obtained by said converter section and the inverter section which carries out switching control in response to the charge power of said capacitor section so that a load current value may be in agreement with a current command, and is supplied to a load are provided.

[0018] The laser power unit concerning the 2nd viewpoint of this invention The converter circuit which switches a three-phase-circuit AC-power-supply input, and obtains a dc output, The capacitor charged with the output of said converter circuit, and the inverter circuit which switches the charge power of said capacitor and is supplied to a load, The converter control means which controls said converter circuit so that the direct-current-voltage value of said dc output is in agreement with a direct-current-voltage command, and the inverter control means which controls said inverter circuit so that a load current value is in agreement with a current command are provided.

[0019] It has a converter armature-voltage control means for said converter control means to multiply the difference of the direct-current-voltage command Vc and the electrical-potential-difference value Vdc of a capacitor by the multiplier K, and to obtain the current command Iqc, and a three-phase-circuit 2 phase-number-conversion means. With this three-phase-circuit 2 phase-number-conversion means While having incorporated the three-phase-circuit alternating current values Irf and Isf of three-phase power, respectively and changing into 2 phase direct-current values Iqf and Idf It multiplies by the multiplier Ki35 to the difference of the current command Iqc and 2 phase direct-current value Iqf, and the command of magnitude 0 and the difference of 2 phase direct-current value Idf, respectively. The converter current control means

which changes into the pulse-width-modulation command of a three-phase-circuit alternating current with said three-phase-circuit 2 phase-number-conversion means, and drives the converter circuit 13 may be included.

[0020] Said inverter control means may include the inverter current control means which multiplies the difference of the current command  $I_c$  and the direct-current value  $I_f$  by the multiplier  $K37$ , and drives an inverter circuit 14 as a pulse-width-modulation command.

[0021] In the laser power unit of this invention, during a laser output, since the converter section using a three-phase-circuit PWM converter holds the charge electrical potential difference of a \*\* capacitor to a desired value, high power can be maintained, and a mass capacitor becomes unnecessary. In order that this converter section may perform rectification and pressure up simultaneously, it becomes unnecessary moreover, to prepare a rectifier circuit separately. Therefore, it can make it possible to always in a laser output maintain high power, a mass capacitor can be made unnecessary, and, moreover, simplification of circuitry can also be realized.

[0022]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained with reference to a drawing.

[0023] Drawing 1 shows the configuration of the important section of the laser equipment containing the laser power unit concerning the gestalt of operation of this invention.

[0024] The laser equipment shown in drawing 1 possesses three-phase power 11, the 1st current sensor 12, the converter circuit 13, an inverter circuit 14, the 2nd current sensor 15, a system LSI 16, a capacitor 17, an excitation lamp 18, the converter armature-voltage control section 21, the converter current control section 22, and the inverter current control section 23.

[0025] A laser power unit makes the excitation lamp 18 which is a controlled system emit light using three-phase power 11. Three-phase power 11 is a source power supply, and, in the usual case, AC200V of a three phase circuit are used.

[0026] In this case, a laser power unit consists of a part realized by perfect hardware, and a part realized with a software subject by DSP (digital signal processor). The part realized by perfect hardware constitutes the converter circuit 13, an inverter circuit 14, a system LSI 16, a capacitor 17, and current sensors 12 and 15. And the part realized by the software of DSP constitutes the converter armature-voltage control section 21, the converter current control section 22, and the inverter current control section 23.

[0027] as the interface circuitry of the part which realizes a system LSI 16 by the perfect hardware mentioned above, and the software part in DSP -- phase detector and the 1- the 1st and 2nd PWM generating circuits are included in the 3rd A/D-conversion section and a list. That is, a phase detector detects the output phase of three-phase power 11. The 1st A/D-conversion section changes the output of a current sensor 12 into digital value, and supplies it to the converter current control section 22. The 1st PWM generating circuit changes the control output of the converter current control section 22 into an PWM command, and supplies it to the converter circuit 13. The 2nd A/D-conversion section changes into digital value DC electrical-potential-difference value  $V_{dc}$  which is the terminal potential difference of a capacitor 17, and supplies it to the converter armature-voltage control section 21. The control output of the inverter current control section 23 is changed into an PWM command, and the 2nd PWM generating circuit supplies it to an inverter circuit 14. The 3rd A/D-conversion section changes into digital value the load current value  $I_f$  detected by the current sensor 55, and supplies it to the inverter current control section 23.

[0028] A laser power unit can be divided into the inverter section and the converter section by the function. First, the converter section controls DC electrical-potential-difference value  $V_{dc}$  in agreement with DC electrical-potential-difference command  $V_c$ . As a converter circuit 13, the so-called three-phase-circuit PWM converter is used.

[0029] The converter armature-voltage control section 21 gives DC electrical-potential-difference value  $V_{dc}$  which are DC electrical-potential-difference command  $V_{c31}$  of default value, and the potential difference of a capacitor 17 to a subtractor 32, takes both difference, multiplies by the multiplier  $K_{v33}$ , and is taken as the current command  $I_{qc}$  to the converter current control section 22.

[0030] The converter current control section 22 incorporates the three-phase-circuit alternating current values  $I_{rf}$  and  $I_{sf}$  of the outputs  $E_r$  and  $E_s$  of each phase outputs  $E_r$ ,  $E_s$ , and  $E_t$  which constitute three-phase power 11 using a current sensor 12, respectively, and changes them into 2 phase direct-current values  $I_{qf}$  and  $I_{df}$  through the three-phase-circuit 2 phase converter 36.

[0031] With a subtractor 34, the converter current control section 22 makes the difference of the current command  $I_{qc}$  and 2 phase direct-current value  $I_{qf}$ , and the command of magnitude 0 and the difference of 2

phase direct-current value  $I_{df}$  output, multiplies by the multiplier  $K_{i35}$  to each of these, changes it into the PWM command of a three-phase-circuit alternating current by the three-phase-circuit 2 phase converter 36, and drives the converter circuit 13. This three-phase-circuit 2 phase converter 36 incorporated the phase of three-phase power 11, and uses it for conversion.

[0032] The inverter section receives DC electrical-potential-difference value  $V_{dc}$  from the converter section mentioned above, controls a current value  $I_f$  in agreement with the current command  $I_{c39}$ , and makes an excitation lamp 18 emit light.

[0033] The inverter current control section 23 incorporates the direct-current value  $I_f$  using a current sensor 15, with a subtractor 38, it makes the current command  $I_{c39}$  of default value, and the difference of the direct-current value  $I_f$  output, multiplies it by the multiplier  $K_{37}$ , and drives an inverter circuit 14 as an PWM command.

[0034] The wave of DC electrical-potential-difference value  $A$  when using the laser power unit of drawing 1 for drawing 2, and performing a laser output to it, the detection value  $B$  of a laser output, and the command value  $C$  of a laser output is shown.

[0035] Assignment of the command value  $C$  of a laser output outputs a laser pulse, as shown in the detection value  $B$  of a laser output. Although the potential of a capacitor falls and DC electrical-potential-difference value  $A$  falls in the meantime, since the converter section always performs pressure up, this electrical-potential-difference value  $A$  does not fall greatly. Thereby, the detection value  $B$  of a laser pulse output serves as an output according to the command value  $C$ . Moreover, since there is little sag, the charge after a pulse output halt is also completed for a short time.

[0036] Thus, the following effectiveness is acquired.

[0037] (1) Although sag will happen if the high performance-ized laser output of a laser output is started, since the converter section controls DC electrical-potential-difference value  $V_{dc}$  so that under a laser output is in agreement with DC electrical-potential-difference command  $V_c$ , it can always maintain the high-power of laser.

[0038] (2) In order to change and control a direct-current value to an alternating current value using the three-phase-circuit 2 phase converter of the software in rectifier-circuit unnecessary DSP, the rectifier circuit conventionally constituted from hardware becomes unnecessary.

[0039] (3) Since sag will happen if a mass capacitor unnecessary laser output is started, it is a mass capacitor conventionally. Although electrical energy was stored and being protected, shortly after sag happens, in order that the converter section may compensate with the configuration of drawing 1, with it, a mass capacitor becomes unnecessary. Moreover, the time amount for charge also becomes unnecessary.

[0040]

[Effect of the Invention] As explained above, according to this invention, the laser power unit which makes it possible to always in a laser output maintain high power, makes a mass capacitor unnecessary, and moreover also enables simplification of circuitry can be offered.

---

[Translation done.]

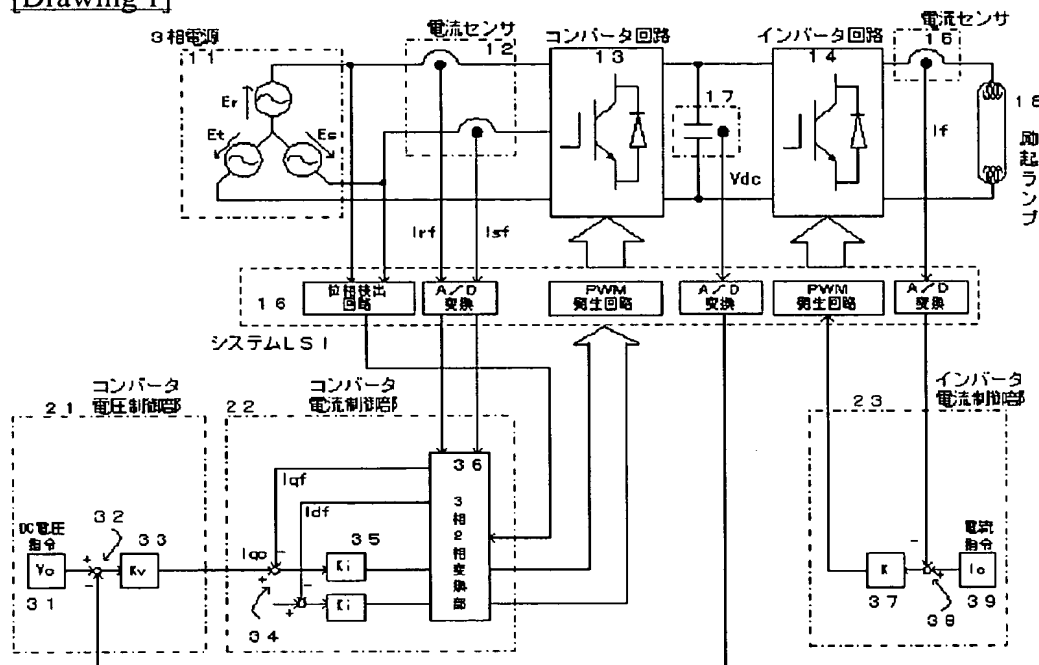
## \* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

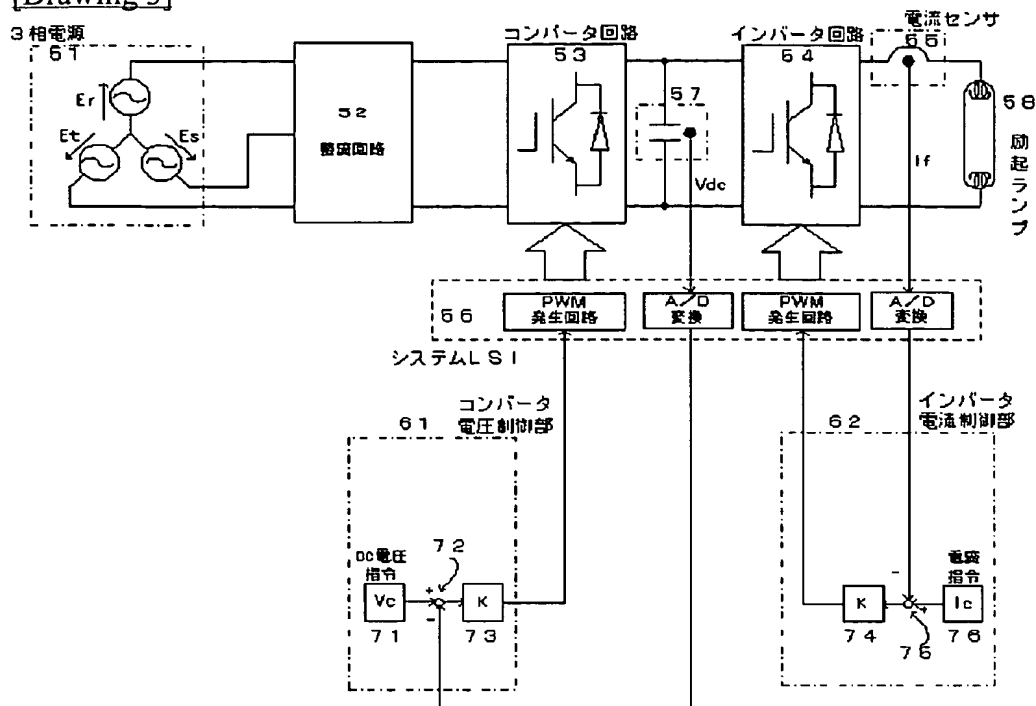
[Drawing 1]



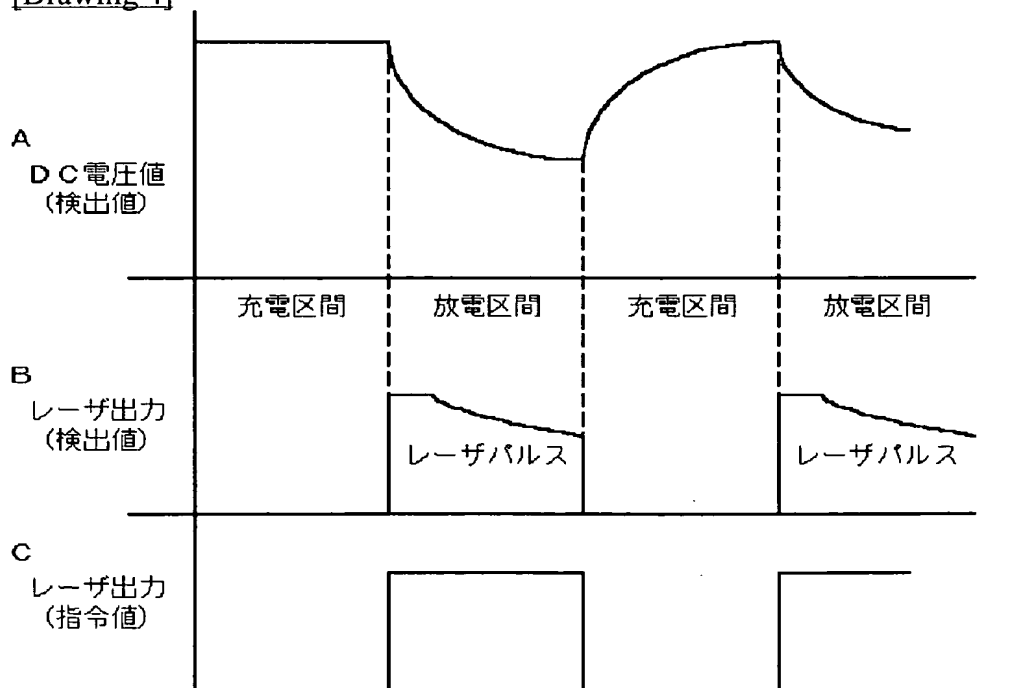
[Drawing 2]



[Drawing 3]



[Drawing 4]



[Translation done.]



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-068573

(43)Date of publication of application : 03.03.2000

(51)Int.Cl.

H01S 3/092

H01S 3/131

H02M 7/48

H02M 9/00

(21)Application number : 10-231506

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 18.08.1998

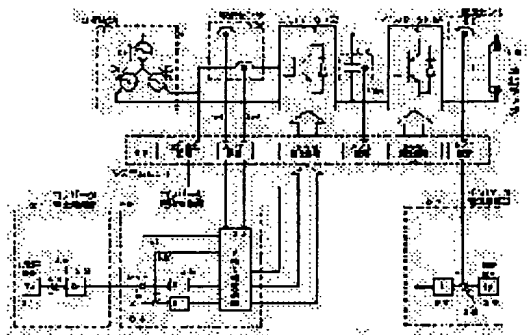
(72)Inventor : ARAKAWA YUICHI

## (54) LASER POWER UNIT

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a laser power unit which can always maintain its output at a high level while the power unit outputs laser light, does not require any large-capacitance capacitor, and has a simplified circuit configuration.

SOLUTION: A converter voltage control section 21 generates a current command  $I_{qc}$  by multiplying the difference between a DC voltage command  $V_c$  and the DC voltage value  $V_{dc}$  of a capacitor 17 by a coefficient  $K_v$ . A converter current control section 22 fetches three-phase AC values  $I_{rf}$  and  $I_{sf}$  by means of a current sensor 12, converts the fetched AC values  $I_{rf}$  and  $I_{sf}$  into two-phase DC values  $I_{qf}$  and  $I_{df}$  by means of a three-phase/two-phase converting section 36, and generates a three-phase PWM command to drive a converter circuit 13 by multiplying the differences between the current command  $I_{qc}$  and two-phase DC value  $I_{df}$  and between a '0' command and the two-phase DC value  $I_{df}$  by a coefficient  $K_i$  by means of the converting section 36. An inverter current control section 23 generates a PWM command to drive an inverter circuit 14 by multiplying the difference between the DC current value  $I_f$  obtained by means of a current sensor 15 and the DC value  $I_f$  obtained by means of the current sensor 15 by a coefficient  $K$ .



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 18.08.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 15.01.2002

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開 2000-68573

(P 2000-68573 A)

(43)公開日 平成12年3月3日(2000.3.3)

(51)Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	ターマコード(参考)
H 0 1 S	3/092	H 0 1 S	5F072
	3/131		5H007
H 0 2 M	7/48	H 0 2 M	F 5H790
	9/00		Z

審査請求 有 請求項の数 4 O L (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平10-231506

(22)出願日 平成10年8月18日(1998.8.18)

(71)出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72)発明者 荒川 祐一

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(74)代理人 100104916

弁理士 古溝 聡 (外1名)

Fターム(参考) 5F072 GG05 GG09 JJ05 JJ12 YY06

5H007 BB04 CA01 CC03 CC12 DA05

DB01 DB07 DC02 EA02

5H790 BA02 BB15 CC04 DD04 EA15

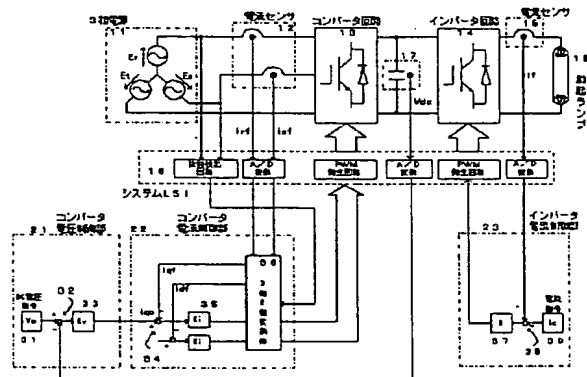
EB02 EB04

(54)【発明の名称】 レーザ電源装置

(57)【要約】

【課題】 レーザ出力中常時高出力を維持することを可能として、大容量コンデンサを不要とし、しかも回路構成も簡単化する。

【解決手段】 コンバータ電圧制御部21は、DC電圧指令 $V_c$ とコンデンサ17のDC電圧値 $V_{dc}$ との差分に係数 $K_v$ を乗じて電流指令 $I_{qc}$ とする。コンバータ電流制御部22は、電流センサ12で3相交流電流値 $I_{rf}$ 及び $I_{sf}$ を取り込み、3相2相変換部36で2相直流電流値 $I_{qf}$ 及び $I_{df}$ に変換するとともに、電流指令 $I_{qc}$ と2相直流電流値 $I_{qf}$ の差分、及び0の指令と2相直流電流値 $I_{df}$ の差分にそれぞれ係数 $K_i$ を乗じて、3相2相変換部36で3相交流のPWM指令としてコンバータ回路13を駆動する。インバータ電流制御部23は、電流センサ15で得た直流電流値 $I_f$ と電流指令 $I_c$ の差分に係数 $K$ を乗じ、PWM指令としてインバータ回路14を駆動する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 3 相交流電源入力をスイッチングして直流出力を得るとともに、該スイッチングにより前記直流出力の直流電圧値が直流電圧指令に一致するように制御するコンバータ部と、

前記コンバータ部により得られる直流電圧により充電されるコンデンサ部と、

前記コンデンサ部の充電電力を受けて、負荷電流値が電流指令に一致するようにスイッチング制御して、負荷に供給するインバータ部と、を具備することを特徴とするレーザ電源装置。

【請求項 2】 3 相交流電源入力をスイッチングして直流出力を得るコンバータ回路と、

前記コンバータ回路の出力により充電されるコンデンサと、

前記コンデンサの充電電力をスイッチングして負荷に供給するインバータ回路と、

前記コンバータ回路を前記直流出力の直流電圧値が直流電圧指令に一致するように制御するコンバータ制御手段と、

前記インバータ回路を負荷電流値が電流指令に一致するように制御するインバータ制御手段と、を具備することを特徴とするレーザ電源装置。

【請求項 3】 前記コンバータ制御手段は、

直流電圧指令  $V_c$  とコンデンサの電圧値  $V_{dc}$  との差分に係数  $K$  を乗じて電流指令  $I_{qc}$  を得るコンバータ電圧制御手段と、

3 相 2 相変換手段を有し、該 3 相 2 相変換手段により、3 相電源の 3 相交流電流値  $I_{rf}$  及び  $I_{sf}$  をそれぞれ取り込んで 2 相直流電流値  $I_{qf}$  及び  $I_{df}$  に変換するとともに、電流指令  $I_{qc}$  と 2 相直流電流値  $I_{qf}$  の差分、及び大きさ 0 の指令と 2 相直流電流値  $I_{df}$  の差分に対しそれぞれ係数  $K_{i35}$  を乗じて、前記 3 相 2 相変換手段により 3 相交流のパルス幅変調指令に変換してコンバータ回路 1 3 を駆動するコンバータ電流制御手段と、を含むことを特徴とする請求項 2 に記載のレーザ電源装置。

【請求項 4】 前記インバータ制御手段は、電流指令  $I_c$  と直流電流値  $I_f$  の差分に係数  $K_{37}$  を乗じてパルス幅変調指令としてインバータ回路 1 4 を駆動するインバータ電流制御手段を含むことを特徴とする請求項 2 又は 3 に記載のレーザ電源装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、レーザ装置用の電源に係り、特にレーザ媒体を励起してレーザ発振を生じさせるための励起光源の駆動に好適なレーザ電源装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 レーザ加工機等に使用されるレーザ装置

においては、励起光源すなわち励起ランプにより光エネルギーを照射してレーザ媒体を励起し、該レーザ媒体を含むレーザ発振器（光共振器）にレーザ発振を生じさせて、レーザを発生させる。

【0003】 この種のレーザ装置において、レーザ電源装置は、励起ランプに駆動電力を供給する。従来のレーザ電源装置は、交流の商用電源入力を直流に変換する整流回路及び該直流電圧を高電圧に昇圧するコンバータ回路を有している。該レーザ電源装置は、該コンバータ回路の出力で充電されたコンデンサからインバータによりスイッチングして励起ランプに電力を供給し、該励起ランプを発光させる。

【0004】 上述したレーザ電源装置の例が、特開平 4 - 2 0 8 5 8 3 号公報、特開平 6 - 5 3 5 7 9 号公報及び特開平 8 - 1 5 3 9 2 1 号公報等に表示されている。これら各公報に開示されたレーザ電源装置においては、いずれも交流の商用電源入力を整流回路で直流に変換し、該直流電圧をコンバータ等によりスイッチングして、コンデンサを高電圧に充電して、コンデンサからインバータによりスイッチングして負荷に電力を供給している。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 上述した従来のレーザ電源装置の典型的な構成を含むレーザ装置の一例の要部を図 3 に示す。図 3 に示すレーザ電源装置は、商用電源である 3 相電源 5 1 の電力を用いて制御対象である励起ランプ 5 8 を発光させるためのものである。

【0006】 レーザ電源装置は、アナログ処理される整流回路 5 2、コンバータ回路 5 3、インバータ回路 5 4、電流センサ 5 5、システム L S I（大規模集積回路）5 6 及びコンデンサ 5 7 と、デジタル処理されるコンバータ電圧制御部 6 1 及びインバータ電流制御部 6 2 とで構成される。

【0007】 システム L S I 5 6 は、コンバータ回路 5 3、インバータ回路 5 4、電流センサ 5 5 及びコンデンサ 5 7 からなるアナログ処理部分と、コンバータ電圧制御部 6 1 及びインバータ電流制御部 6 2 からなるデジタル処理部分とのインタフェース機能を有している。すなわち、システム L S I は、2 組の PWM（パルス幅変調）発生回路及び A/D（アナログ-デジタル）変換部を有している。

【0008】 一方の PWM 発生回路は、コンバータ電圧制御部 6 1 の制御出力に基づいて、コンバータ回路 5 3 を駆動する PWM 指令を発生する。一方の A/D 変換部は、コンデンサ 5 7 の端子電位差である DC 電圧値  $V_{dc}$  をデジタル値に変換してコンバータ電圧制御部 6 1 に供給する。他方の PWM 発生回路は、インバータ電流制御部 6 2 の制御出力に基づいて、インバータ回路 5 4 を駆動する PWM 指令を発生する。他方の A/D 変換部は、電流センサ 5 5 で検出された負荷電流値  $I_f$  をデジタル値に変換してインバータ電流制御部 6 2 に供給す

る。

【0009】コンバータ電圧制御部61は、減算器72により、規定値のDC電圧指令 $V_{c71}$ と、コンデンサ57のDC電圧値 $V_{dc}$ との差分をとり、係数 $K_{73}$ を乗じてPWM指令に変換してコンバータ回路53を駆動する。

【0010】インバータ電流制御部62は、電流センサ55を用いて直流負荷電流値 $I_f$ を取り込み、減算器75は規定値の電流指令 $I_{c76}$ と直流負荷電流値との差分を出力し、係数 $K_{74}$ を乗じてPWM指令としてインバータ回路54を駆動する。

【0011】電流指令 $I_{c76}$ の一致するように制御されたインバータ回路54の出力により励起ランプ58を発光させる。

【0012】図4に、図2の構成のレーザ電源装置を用いてレーザを出力させたときのDC電圧値A、レーザ出力の検出値B及びレーザ出力の指令値Cの波形を示す。

【0013】レーザパルス出力を開始すると、コンデンサは放電のみを行い充電されないため、レーザパルスの後半になるほどDC電圧値Aは大きく低下する。これに伴って、レーザパルスの出力も低減してしまう。また、電圧低下が大きいため、パルス出力停止後の充電時間が大きくなり、次の出力まで時間がかかる。

【0014】このように、従来のレーザ電源装置では、コンデンサに充電した電気エネルギーを瞬時に放電してレーザ励起用の励起ランプに供給して該励起ランプを点灯させる。レーザ出力、つまり放電、を行っていない時に、所望の充電電圧まで昇圧してコンデンサに充電する。このため、コンデンサの容量が小さいとレーザ出力中に電圧低下が起こり、十分なレーザ出力を得ることができない場合がある。より大きなレーザ出力を得るためには、コンデンサの容量を大きくすればよいが、大容量になるほど充電の時間も必要となり、次の運転までの時間が長くなる。また、大容量コンデンサは容積も大きく、装置全体の小型化が出来ない。

【0015】また、励起ランプの発光には、商用電源電圧に対して数倍の直流電圧が必要である。このため従来のレーザ電源装置には、交流の商用電源を直流に変換する整流回路と、電圧を高電圧に昇圧する昇圧回路とが含まれている。製品原価の低減と装置の小型化を図るため、回路構成の簡単化が望まれている。

【0016】本発明は、上述した事情に鑑みてなされたもので、レーザ出力中常時高出力を維持することを可能として、大容量コンデンサを不要とし、しかも回路構成の簡単化も可能とするレーザ電源装置を提供することを目的とする。

【0017】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明の第1の観点に係るレーザ電源装置は、3相交流電源入力をスイッチングして直流出力を得るととも

に、該スイッチングにより前記直流出力の直流電圧値が直流電圧指令に一致するように制御するコンバータ部と、前記コンバータ部により得られる直流電圧により充電されるコンデンサ部と、前記コンデンサ部の充電電力を受けて、負荷電流値が電流指令に一致するようにスイッチング制御して、負荷に供給するインバータ部と、を具備する。

【0018】本発明の第2の観点に係るレーザ電源装置は、3相交流電源入力をスイッチングして直流出力を得るコンバータ回路と、前記コンバータ回路の出力により充電されるコンデンサと、前記コンデンサの充電電力をスイッチングして負荷に供給するインバータ回路と、前記コンバータ回路を前記直流出力の直流電圧値が直流電圧指令に一致するように制御するコンバータ制御手段と、前記インバータ回路を負荷電流値が電流指令に一致するように制御するインバータ制御手段と、を具備する。

【0019】前記コンバータ制御手段は、直流電圧指令 $V_c$ とコンデンサの電圧値 $V_{dc}$ との差分に係数 $K$ を乗じて電流指令 $I_{qc}$ を得るコンバータ電圧制御手段と、3相2相変換手段を有し、該3相2相変換手段により、3相電源の3相交流電流値 $I_{rf}$ 及び $I_{sf}$ をそれぞれ取り込んで2相直流電流値 $I_{qf}$ 及び $I_{df}$ に変換するとともに、電流指令 $I_{qc}$ と2相直流電流値 $I_{qf}$ の差分、及び大きさ0の指令と2相直流電流値 $I_{df}$ の差分に対しそれぞれ係数 $K_{i35}$ を乗じて、前記3相2相変換手段により3相交流のパルス幅変調指令に変換してコンバータ回路13を駆動するコンバータ電流制御手段と、を含んでいてもよい。

【0020】前記インバータ制御手段は、電流指令 $I_c$ と直流電流値 $I_f$ の差分に係数 $K_{37}$ を乗じてパルス幅変調指令としてインバータ回路14を駆動するインバータ電流制御手段を含んでいてもよい。

【0021】本発明のレーザ電源装置においては、レーザ出力中、3相PWMコンバータを用いたコンバータ部がコンデンサの充電電圧を所望の値に保持するため高出力を維持することができ、大容量コンデンサが不要となる。また、該コンバータ部が整流と昇圧を同時に行うため、整流回路を別途に設ける必要がなくなる。したがって、レーザ出力中常時高出力を維持することを可能として、大容量コンデンサを不要とし、しかも回路構成の簡単化も実現することができる。

【0022】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。

【0023】図1は、本発明の実施の形態に係るレーザ電源装置を含むレーザ装置の要部の構成を示している。

【0024】図1に示すレーザ装置は、3相電源11、第1の電流センサ12、コンバータ回路13、インバータ回路14、第2の電流センサ15、システムLSI1

6、コンデンサ17、励起ランプ18、コンバータ電圧制御部21、コンバータ電流制御部22及びインバータ電流制御部23を具備している。

【0025】レーザ電源装置は、3相電源11を用いて制御対象である励起ランプ18を発光させるものである。3相電源11は商用電源であり、通常の場合、3相のAC200Vが用いられる。

【0026】この場合、レーザ電源装置は、完全なハードウェアで実現する部分と、DSP（デジタルシグナルプロセッサ）によりソフトウェア主体で実現する部分とで構成される。完全なハードウェアで実現する部分は、コンバータ回路13、インバータ回路14、システムLSI16、コンデンサ17、電流センサ12及び15を構成する。そして、DSPのソフトウェアで実現する部分は、コンバータ電圧制御部21、コンバータ電流制御部22、及びインバータ電流制御部23を構成する。

【0027】システムLSI16は、上述した完全なハードウェアで実現する部分とDSPにおけるソフトウェア部分とのインターフェイス回路として、位相検出回路、第1～第3のA/D変換部、並びに第1及び第2のPWM発生回路を含んでいる。すなわち、位相検出回路は、3相電源11の出力位相を検出する。第1のA/D変換部は、電流センサ12の出力をデジタル値に変換してコンバータ電流制御部22に供給する。第1のPWM発生回路は、コンバータ電流制御部22の制御出力をPWM指令に変換してコンバータ回路13に供給する。第2のA/D変換部は、コンデンサ17の端子電位差であるDC電圧値Vdcをデジタル値に変換してコンバータ電圧制御部21に供給する。第2のPWM発生回路は、インバータ電流制御部23の制御出力を、PWM指令に変換してインバータ回路14に供給する。第3のA/D変換部は、電流センサ15で検出された負荷電流値Ifをデジタル値に変換してインバータ電流制御部23に供給する。

【0028】レーザ電源装置は機能によりインバータ部とコンバータ部とに分けることができる。まず、コンバータ部は、DC電圧指令Vcに一致するようにDC電圧値Vdcを制御する。コンバータ回路13として、いわゆる3相PWMコンバータを用いる。

【0029】コンバータ電圧制御部21は、規定値のDC電圧指令Vc31と、コンデンサ17の電位差であるDC電圧値Vdcを減算器32に与えて、両者の差分をとり、係数Kv33を乗じて、コンバータ電流制御部22に対する電流指令Iqcとする。

【0030】コンバータ電流制御部22は、電流センサ12を用いて、3相電源11を構成する各相出力Er、Es及びEtのうちの出力Er及びEsの3相交流電流値Irf及びIsfをそれぞれ取り込み、3相2相変換部36を介して2相直流電流値Iqf及びIdfに変換

する。

【0031】コンバータ電流制御部22は、減算器34により、電流指令Iqcと2相直流電流値Iqfの差分、及び大きさ0の指令と2相直流電流値Idfの差分を出力させ、これらそれぞれに対し係数Ki35を乗じて、3相2相変換部36により3相交流のPWM指令に変換してコンバータ回路13を駆動する。該3相2相変換部36は、3相電源11の位相を取り込んで変換に利用している。

【0032】インバータ部は、上述したコンバータ部よりDC電圧値Vdcを受け、電流指令Ic39に一致するように電流値Ifを制御して、励起ランプ18を発光させる。

【0033】インバータ電流制御部23は、電流センサ15を用いて直流電流値Ifを取り込み、減算器38により、規定値の電流指令Ic39と直流電流値Ifの差分を出力させ、それに係数K37を乗じてPWM指令としてインバータ回路14を駆動する。

【0034】図2に、図1のレーザ電源装置を用いてレーザ出力を行ったときのDC電圧値A、レーザ出力の検出値B及びレーザ出力の指令値Cの波形を示す。

【0035】レーザ出力の指令値Cを指定すると、レーザ出力の検出値Bに示すようにレーザパルスを出力する。この間、コンデンサの電位が下がってDC電圧値Aは低下するが、コンバータ部が常時昇圧を行うので、該電圧値Aが大きく低下することはない。これにより、レーザパルス出力の検出値Bは、指令値Cに従った出力となる。また、電圧低下が少ないため、パルス出力停止後の充電も短時間で完了する。

【0036】このようにして、次のような効果が得られる。

【0037】（1）レーザ出力の高性能化  
レーザ出力を開始すると電圧低下が起こるが、コンバータ部は、レーザ出力中でもDC電圧指令Vcに一致するようにDC電圧値Vdcを制御するため、常にレーザの高出力を維持させることができる。

【0038】（2）整流回路不要

DSPにおけるソフトウェアの3相2相変換部を用いて直流電流値を交流値に変換して制御するため、従来ハードウェアで構成していた整流回路が不要となる。

【0039】（3）大容量コンデンサ不要

レーザ出力を開始すると電圧低下が起こるため、従来は大容量コンデンサにより電気エネルギーを貯めておいて防いでいたが、図1の構成では電圧低下が起こるとすぐにコンバータ部が補償するため、大容量コンデンサが不要となる。また、充電のための時間も不要となる。

【0040】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、レーザ出力中常時高出力を維持することを可能として、大容量コンデンサを不要とし、しかも回路構成の簡単化

も可能とするレーザ電源装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態に係るレーザ電源装置を組み込んだレーザ装置の要部の構成を示すブロック図である。

【図2】図1のレーザ装置の動作を説明するための各部波形図である。

【図3】従来のレーザ電源装置の一例を組み込んだレーザ装置の要部の構成を示すブロック図である。

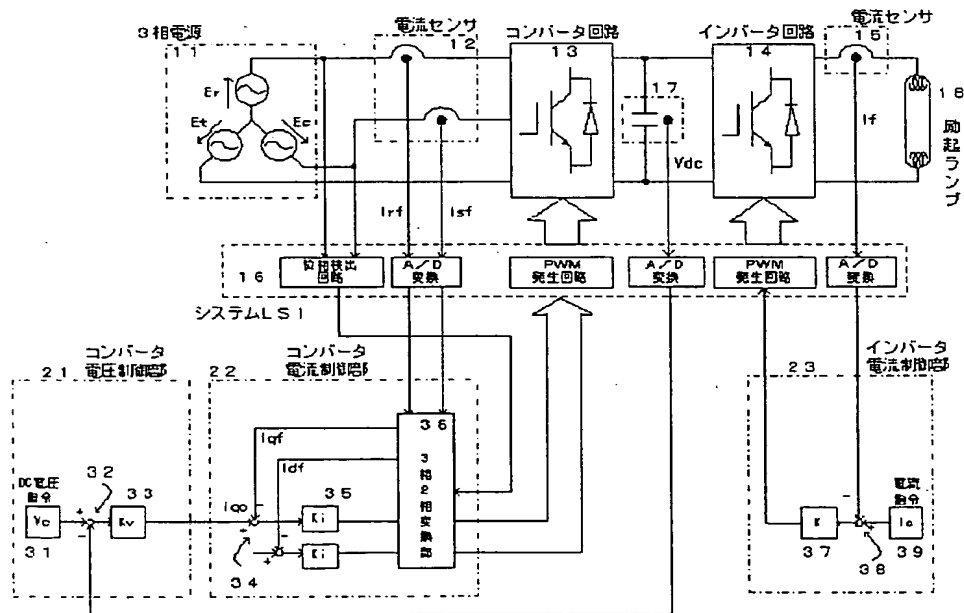
【図4】図3のレーザ装置の動作を説明するための各部波形図である。

【符号の説明】

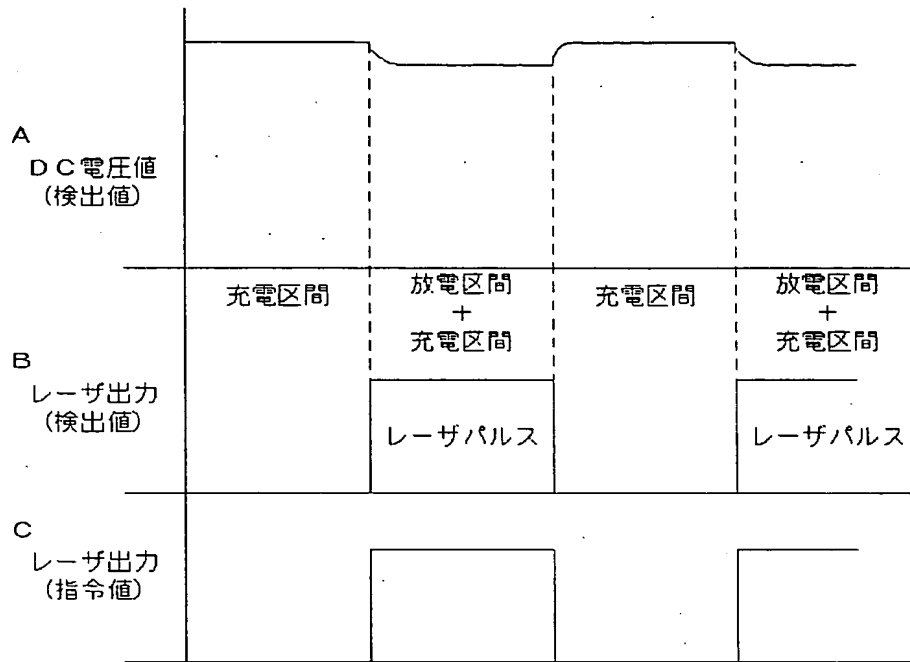
- 1 1    3相電源
- 1 2    電流センサ
- 1 3    コンバータ回路
- 1 4    インバータ回路

- 1 5    電流センサ
- 1 6    システムLSI（大規模集積回路）
- 1 7    コンデンサ
- 1 8    励起ランプ
- 2 1    コンバータ電圧制御部
- 2 2    コンバータ電流制御部
- 2 3    インバータ電流制御部
- 3 1    DC電圧指令値  $V_c$
- 3 2    減算器
- 3 3    係数  $K_v$
- 3 4    減算器
- 3 5    係数  $K_i$
- 3 6    3相2相変換部
- 3 7    係数  $K$
- 3 8    減算器
- 3 9    電流指令値  $I_c$

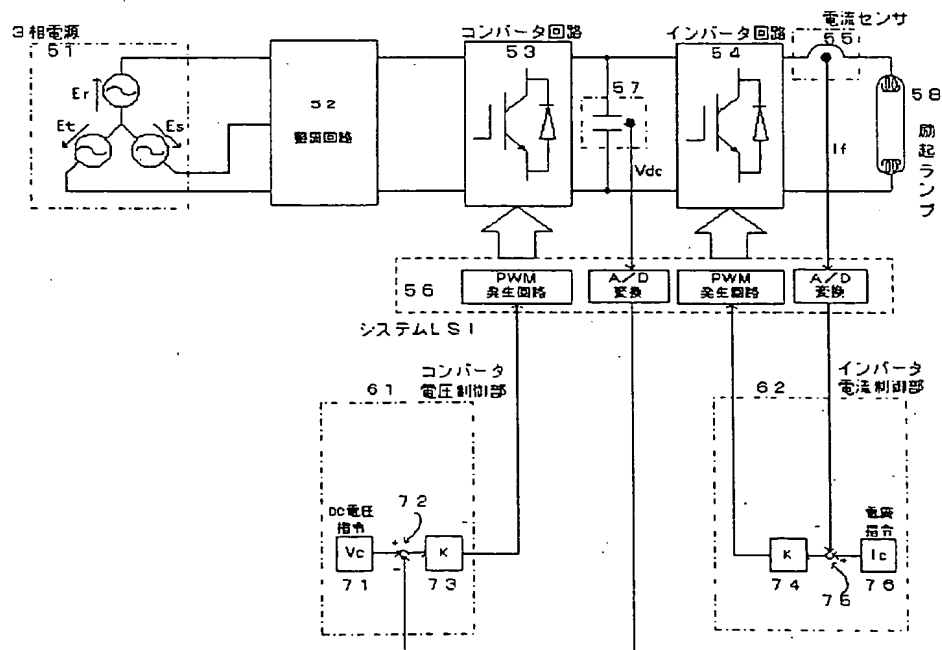
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

